

ПРИРОДА, СОСТАВ И СВОЙСТВА ПОГЛОЩАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА СОЛОНЦОВ

Н. Н. БОЛЫШЕВ

МГУ, Биолого-почвенный факультет, Москва (СССР)

Поглощающий комплекс, являясь активной частью почвы, обуславливает основные её свойства.

По нашим данным активная часть солонцов состоит: из пептизированных коллоидов фракция «А», скоагулированных коллоидов фракция «В» и предколлоидной фракции «С». Коллоиды отделялись от остальной части почвы по следующей методике. Навеска почвы, пропущенная через сито в 1 мм, помещалась в бутылку объемом 0,5 л. и заливалась дистиллированной водой и на шутельаппарате взбалтывалась в течение часа, затем содержимое бутылки переносилось в кристаллизатор емкостью до 2 л, в которой почти до краев доливалась дистиллированная вода с рН 7,0. Через сутки после взмучивания сифоном сливался 3 см. столб суспензии. Это отмучивание частичек $< 0,001$ мм продолжается до тех пор, пока 3 см. слой не станет прозрачным. После измерения объема, полученной суспензии, часть её пипеткой переносится в литровый цилиндр в котором суспензия разбавляется дистиллированной водой до объема одного литра и ставится в темное место на 21 сутки. По истечении указанного срока и перерасчета по формуле Стокса, с учетом температуры, производится взятие пробы пипеткой с глубины 7 см, и после высушивания рассчитывается количество фракции «А» в почвенной массе различных горизонтов солонцов. Из оставшейся взмученной части суспензии берутся две пробы, в одной из них определяется количество частичек $< 0,001$ мм в почве, вторая проба пропускается через центрифугу Мошева для отделения коллоидов от предколлоидной фракции. Суспензия с коллоидной фракцией «А» пропускается через супер-центрифугу с 15 000 оборотов в минуту, отделенные коллоиды и центрифугат поступают в анализ. Оставшаяся в кристаллизаторе почва переносится на фильтр и обрабатывается на нем 0,05н HCl (фильтрат 0,05н HCl использовался для определения поглощенных оснований коллоидной фракции «В») до потери реакции на кальций. Затем почва переносится снова в кристаллизатор и путём добавления, слабого раствора NH_4OH , рН среды доводится до 7,2—7,5, после чего производится отмучивание суспензии, содержащей предколлоидную и фракцию «В», определение последней в суспензии производится также как и фракции «А». Полученные данные позволяют заключить, что механические элементы в верхних горизонтах солонцов при их увлажнении, подразделяются на частички, находящиеся в раздельном состоянии и заключенные в микроагрегаты.

В иллювиальных горизонтах солонцов, отличающихся высокими показателями рН, наблюдается повышенное содержание коллоидной фракции «А», которая преобладает в горизонте-А, корково-столбчатого солонца. В

других горизонтах солонцов и солонцеватых почв из отдельно-существующих частиц, господствует предколлоидная фракция. В материнской породе, богатой солями кальция, и в верхних горизонтах ряда солонцов и солонцеватых почв наблюдается повышенное содержание фракции «В», входящей в состав микроагрегатов.

По мере увеличения в почве пептизированных коллоидов возрастает солонцеватость, сопровождающаяся одновременно снижением содержания фракции «В». В связи с этим отношение фракций «А» и «В» можно рассматривать в качестве одного из показателей, характеризующих степень солонцеватости. В солонцах это отношение для горизонта — V_1 больше единицы, в солонцеватых же почвах меньше единицы.

Выделенные нами фракции в солонцах и солонцеватых почвах отличаются друг от друга по их химическому составу. Так, например, определение в них органического вещества показало, что основная его масса входит в состав коллоидных фракций. Из них наиболее богатой органическим веществом оказалась фракция «В» (16,33%), в которой больше гумуса, чем в фракции «А» (10,15%). В нижележащих горизонтах уменьшение органического вещества в фракции «А» происходит постепенно, несмотря на то, что в почвенной массе профиля солонца падение количества органического вещества происходит, как правило, резко.

По содержанию различных элементов коллоиды заметно отличаются от исходной почвенной массы. Как правило, в них меньше кремнезема, количество которого в гор. V_1 всех фракций заметно снижается по сравнению с гор. А. Это снижение происходит в основном за счет увеличения гидроокисей железа и алюминия. С увеличением размера частиц наблюдается возрастание кремнезема, которым наиболее богата предколлоидная фракция гор. А. Повышенное содержание SiO_2 во всех фракциях гор. A_1 указывает на сильную разрушенность алюмосиликатной части почвы этого горизонта. Этот вывод подтверждается также крайне низким содержанием кальция во всех фракциях верхнего горизонта. Некоторое его увеличение в ряде фракций гор. V_1 указывает на перемещение кальция из верхнего горизонта в нижние, где он в большей своей части входит в состав предколлоидной фракции.

Наряду с незначительным содержанием кальция в коллоидных фракциях и особенно в фракции «А», в последней, обнаружено довольно много магния, количество которого в коллоидных фракциях превышает содержание кальция в четыре и более раз. В предколлоидной фракции эти элементы содержатся в равных количествах или же с некоторым незначительным преобладанием одного из них.

Разница в содержании Ca^{2+} и Mg^{2+} в коллоидах объясняется различной степенью их миграции в почвенном профиле солонцов. Так, например, при фильтрации водных вытяжек из солонцовой растительности через глины и др. объекты, было замечено, что соли кальция, находящиеся в глинах, переходят в водную вытяжку. Наоборот, соединения магния, содержащиеся в водной вытяжке, задерживаются, и, вероятно, частично сорбируются глиной.

Определение поглощенных оснований показало, что их суммы у фракций — «С» солонцов и светлокаштановых почв почти равны, но в то же время они резко отличаются по соотношению поглощенных катионов.

В гор. — V_1 светлокаштановой почвы Mg^{2+} преобладает над Ca^{2+} всего лишь на 10 м-экв, тогда как в том же горизонте солонца магния больше

почти в четыре раза. Коллоидная фракция, имея большую удельную поверхность, отличается от предыдущей фракции более высокой емкостью поглощения. Из поглощенных оснований у фракции «А» также преобладает магний.

Фракции «А» и «В» солонцов отличаются друг от друга по сумме поглощенных оснований и по составу её катионов. Так, например, фракции «В» в основном насыщены Ca^{2+} , количество которого в два с лишним раза больше магния в этой фракции из гор. V_1 солонца. Наоборот фракция «А» насыщена магнием, занимающим в ряде случаев более 70% от суммы поглощенных оснований. Эти данные позволяют заключить, что отдельные фракции избирательно поглощают катионы.

Отмеченные различия в составе поглощенных оснований и их суммы, объясняются неоднородностью химического, а также минералогического состава коллоидных фракций. В профиле солонца, образовавшегося на каолиновой, третичной глине, выделяются два верхних горизонта, в которых наряду с господством каолинита, появляется в гор. — A_1 аморфное вещество, указывающее на разрушение алюмосиликатов. В этот горизонт поступают в заметных количествах продукты минерализации растительного опада. В результате скопления указанных продуктов создаются в гор. — A_1 и V_1 благоприятные условия для синтеза новых минералов типа монтмориллонита, которые и были обнаружены при проведении рентгеноструктурного анализа различных фракций. В фракции «А» из горизонта — A_1 минералогический состав представлен наибольшим количеством минералов монтмориллонитовой группы, гидрослюдами и кварцем. В той же фракции «А» из гор. — V_1 количество массы минералов монтмориллонитовой группы увеличивается, о чем можно судить по возрастанию интенсивности линий, характерных для этих минералов. В фракции «В» из гор. — V_1 вуалированность фона сильно снижается и появляются линии, характерные для таких минералов как гетит, гематит, магнетит, а также минералы с преобладанием алюминия, что указывает на явную кристаллизацию полуторных окислов. В этой фракции отсутствуют представители монтмориллонитовой группы. Фракция «А» является наиболее молодой и активной частью, состоящей из минералов с подвижной решеткой, способных избирательно сорбировать из раствора магний.

Наоборот, другая часть состоит из окристаллизовавшихся и законсервированных ионами кальция коллоидов, минералы которых отличаются неподвижными решетками, не способствующими обладать высокими показателями емкости поглощения.

Все исследованные нами фракции не имеют поглощенных катионов первой группы. Это положение подтверждается данными анализа центрифугата, т. е. дисперсионной среды, в котором обнаружена основная масса калия и натрия. Некоторая разница в содержании натрия между центрифугатом и солянокислой вытяжкой говорит о том, что в последнюю переходит часть натрия, входящего в кристаллическую решетку различных минералов. Этот вывод хорошо согласуется с данными анализа межмембранной суспензии после электродиализа, при котором рН был равен 4,5 и тем не менее калий и натрий частично не перешли на катод, а остались связанными с пептизирующей частью коллоидов.

Переход основной массы натрия и калия на катод и наличие большинства соединений этих катионов в центрифугате и отсутствие их среди

поглощенных оснований различных фракций поглощающего комплекса свидетельствует о том, что катионы первой группы находятся в солонцах в десорбированном состоянии, т. е. почвенном растворе. Химический состав почвенного раствора, поглощенные основания, и дисперсная часть почвы, находятся в прямой зависимости от тех соединений, которые образуются при минерализации растительного опада и поступают в почву с нисходящими токами влаги. В этом убеждают нас данные химического состава почвенного раствора, полученного в результате отпрессовывания почвенной массы гор. — V_1 , предварительно насыщенной влагой до капиллярной влагоемкости.

По мере нарастания солонцеватости наблюдается увеличение в почвенном растворе воднорастворимых соединений натрия и магния. Эта закономерность хорошо согласуется с увеличением в травостое солонцовой растительности, из опада которой происходит поступление в почвенный раствор солей натрия.

Показатели эквивалентных и молекулярных отношений щелочных земель к щелочам в почвенном растворе и водных вытяжках приблизительно одинаковое. На основании этих отношений можно все солонцеватые разности и солонцы подразделить на ряд групп. Так, к первой группе относятся солонцы с показателями эквивалентных отношений равным, 0,07 до 0,50; к второй группе средние и глубокостолбчатые солонцы с показателями 0,50—2,00; к третьей группе — сильносолонцеватые почвы с показателями от 1 до 8; и к четвертой — средние и слабосолонцеватые почвы, у которых указанное отношение больше — 8.

На основании данных определения поглощенных оснований, переходящих в 0,05 н HCl, можно прийти к тем же выводам, если принять во внимание не процент натрия от суммы поглощенных оснований, а отношение щелочноземельных катионов к щелочам. Сумма катионов переходящих в солянокислую вытяжку, представляет собой общую величину, в которую входят воднорастворимые соединения и поглощенные основания, связанные с различными фракциями почвы и частично необменные катионы, входящие в кристаллическую решетку; поэтому трудно, ориентируясь только на эту величину, определить более или менее точно степень солонцеватости различных почв. В связи с этим мы считаем, что степень солонцеватости следует определять по следующим четырём показателям:

1. морфологические признаки,
2. эквивалентное отношение щелочно-земельных катионов к щелочам,
3. отношению коллоидных фракций (A:B) или разности иловатых частиц, полученных при механическом и микроагрегатном анализах, и, наконец,
4. по показателям pH. Последняя величина, весьма неустойчива и может колебаться, указывая на некоторые несоответствия, заключающиеся в том, что при содовом засолении сильно солонцеватые почвы могут иметь более высокие показатели pH, чем корковые солонцы, например, бурой или каштановой зоны. Предлагаемые нами принципы, для подразделения почв по степени солонцеватости, нуждаются в разработке и уточнении показателей для каждой зоны, а в отдельных случаях и для крупных регионов.

Character and Composition of the Adsorption Complex of Solonetz

N. N. BOLISHEV

Moscow State University, Department of Soil Biology, Moscow

Summary

The adsorption complex, as an active component of the soil, also determines many of the soil's fundamental characteristics. According to our data the active components of the solonetz consist of the following: peptized (fraction "A") and coagulated (fraction "B") colloids and the non-colloid fraction "C". The colloids were obtained as follows: we obtained fraction "A" by sedimentation, then the remainder was treated with 0.05 N HCl until it failed to react with Ca^{2+} , and fraction "B" was sedimented. The colloids were separated from the non-colloid fraction and their amount was determined after 21 days settling.

The ratio of fraction "A" to fraction "B" in solonetz horizon "B₁" was greater than 1 in case of all solonetz, including the sodic ones, and less than 1 in case of the solonetz-like soils. Fraction "A" contains less organic matter than fraction "B", but considerably more than the original soil. The colloid and non-colloid fractions differ in their contents of silicon, aluminium, calcium and magnesium. Of the latter fraction "A" contained twice as much as fraction "B". The colloids are characterized by a relatively high degree of hydration. The adsorptive capacity of the colloids in fraction "A" is greater, due to a higher content of organic material, and colloids of the montmorillonitic minerals.

Of the adsorbed cations fraction "A" retains the magnesium, while fraction "B" has the calcium, and adsorbed sodium is entirely absent.

Analysis of the dispersed medium, separated from the colloids with a super-centrifuge of 15,000 rpm. reveals that the sodium and potassium are in a desorbed state. This finding is in agreement with the data of the analysis following electro-dialysis. When filtering the aqueous extract of *Artemisia incana* through bentonite, kaolin and clay, no adsorption of sodium salts could be observed. The equivalent and molecular ratio numbers of $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} : \text{Na}^+ + \text{K}^+$ are relatively close in the expressed soil solutions and the aqueous extracts. The degree of solonization of the soils can be determined on the basis of the $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} : \text{Na}^+ + \text{K}^+$ of the aqueous extracts, the pH value of the aqueous suspension, and the ratio of the fractions "A" and "B". In order to achieve amelioration of solonetz the pH value of the soil solution, and the peptized colloid content must be reduced and the soil profile must be freed of sodium salts. The molecular ratio $\text{SiO}_2 : \text{R}_2\text{O}_3$ of ash from plants, grown in solonetz soils is close to 3. This value is characteristic of the fraction "A" of colloids which are formed in the upper layers of the solonetz through biological processes.